

## АННОТАЦИЯ

к диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 6D042000 - «Архитектура» Набиева Абдулхалыка Садыкхожаевича на тему «Феномен цифровой культуры в архитектурном формообразовании»

В настоящее время цифровизация прочно вошла во все сферы современной жизнедеятельности. Главная роль цифровой культуры в архитектурном формообразовании заключается не только в способствовании создания архитектурных проектов в максимально сжатые сроки, но и в поддержке архитектора в освоении новой формообразовательной парадигмы, не создавая при этом "цифровой" зависимости. Диссертация посвящена исследованию основных направлений и особенностей этого процесса.

**Актуальность темы исследования** обусловлена стратегической задачей перехода на инновационный путь развития согласно программе «Цифровой Казахстан» и настоятельной необходимостью внедрения цифровых технологий в архитектурное и строительное проектирование<sup>1, 2, 3, 4</sup>.

Проблема формообразования в архитектуре остается одной из ключевых задач в знаково-символическом пространстве, тесно связанной с порождением формы. В современном мире различные сферы человеческой деятельности интенсивно взаимодействуют с разнообразными видами цифровых технологий. В архитектурном формообразовании, которое тесно взаимодействует с виртуальными образами, любые сдвиги, связанные с цифровыми особенностями, в определённой степени трансформируют не только окружающий мир, но и само человеческое сознание.

Цифровая культура - термин, обозначающий новые формы культуры и общественного взаимодействия, возникшие на фоне развития цифровых технологий и интернета. Этот феномен тесно связан с технологическими изменениями в обществе и культуре, он затрагивает как образ жизни отдельного человека, так и практически все аспекты современного общества: от образования и экономики до искусства и науки. Адаптируясь к новым технологическим и социокультурным реалиям, это явление становится движущей силой цифровизации, интегрируя технологии в культурные, трудовые и бытовые процессы. В архитектуре она выступает как катализатор, стимулируя возникновение и развитие новых цифровых подходов к архитектурному творчеству, тем самым значительно влияя на практику

---

<sup>1</sup> Стратегия «Казахстан-2050. Государственная программа «Цифровой Казахстан». «Умные» города. Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 декабря 2017 года № 827. [https://www.akorda.kz/ru/official\\_documents/strategies\\_and\\_programs](https://www.akorda.kz/ru/official_documents/strategies_and_programs) 23.09.2019.

<sup>2</sup> Государственная программа. «Цифровой Казахстан». <https://egov.kz/cms/ru/digital-kazakhstan> 23.09.2019.

<sup>3</sup> Об утверждении Государственной программы «Цифровой Казахстан». <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827> 25.08.2019.

<sup>4</sup> Международный Инновационный Форум «Цифровой Казахстан: BIM технологии в архитектуре и строительстве». <https://www.normy.kz/index.php/novosti/15-novosti/324-i-mezhdunarodnyj-innovatsionnyj-forum-tsifrovoj-kazakhstan-bim-tekhnologii-v-arkhitekture-i-stroitelstve> 23.08.2019.

архитектуры и расширяя горизонты для инноваций и креативного подхода к проектированию пространств.

В контексте архитектуры и формообразования «Цифровая культура» открывает новые горизонты и предоставляет архитекторам современные инструменты и методы для создания архитектурных проектов. Это относится к использованию цифровых технологий и процессов в проектировании и строительстве зданий, включая использование компьютерного моделирования и визуализации, а также более сложных процессов, таких как дополненная реальность, виртуальная реальность, 3D-печать, искусственный интеллект и алгоритмическое проектирование.

В целом, исследуемая тема актуальна и значима для архитектурной науки и практики, поскольку она отражает переход к новому пониманию и использованию пространства и формы в эпоху цифровизации. Цифровая культура не просто трансформирует наши жизни, но и оказывает влияние на физическое пространство вокруг нас, включая архитектуру и городскую среду. Она предлагает новые подходы к проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений, что будет способствовать более эффективному, инновационному и устойчивому облику наших городов. Более того, цифровая культура ставит вопросы о роли архитектора в современном обществе, о взаимодействии между людьми и зданиями, о социальной и культурной значимости архитектуры. Исследование этих вопросов может помочь архитекторам лучше понять возможности и ответить на вызовы цифровой эпохи.

Таким образом, изучение формирования феномена цифровой культуры в рамках системного подхода определяет цель и задачи данного диссертационного исследования, делая его актуальным и практически значимым. В этом состоит своевременность настоящей диссертации «Феномен цифровой культуры в архитектурном формообразовании», результаты которой будут отражать продвижение в области архитектурной науки, практики и образования в условиях распространения цифровых технологий в обществе.

**Ключевыми понятиями диссертации** являются понятия, обозначаемые терминами «цифровая культура» и «цифровое формообразование» в архитектурном формообразовании. Автор анализирует эти аспекты в плане теоретической и технологической составляющих.

**Объект исследования** – цифровая культура в архитектурном формообразовании.

**Предметом исследования** является взаимосвязь и взаимовлияние цифровой культуры и архитектурного формообразования, а также анализ и оценка различных инструментов и методов, таких как компьютерное моделирование, алгоритмическое проектирование, виртуальная и дополненная реальность и их влияние на процесс создания архитектурных форм.

**Цель исследования** - выявить влияние цифровой культуры на архитектурное формообразование, проанализировать современные методы

архитектурного проектирования, опирающиеся на цифровые технологии, а также определить перспективы и возможности для создания инновационной архитектуры в Казахстане.

#### **Задачи исследования**

- изучение и анализ эволюции цифровой культуры в архитектуре и определение ключевых элементов и аспектов цифровой культуры, влияющих на архитектурное формообразование;
- выявление основных механизмов и факторов развития цифровых технологий, влияющих на архитектурное формообразование;
- определение мировых тенденций и взаимодействия цифровой культуры в архитектурном формообразовании;
- анализ современных методов архитектурного проектирования на основе компьютерного моделирования;
- анализ перспектив архитектурного формообразования в контексте стратегии развития цифровой культуры в Казахстане;
- разработка комплексных теоретических моделей взаимодействия между архитектурой и цифровой культурой.

**Степень изученности.** В условиях быстрого развития цифровых технологий и их воздействия на различные сферы деятельности архитектура также претерпевает революционные изменения. Существует множество исследований по цифровому формообразованию в архитектуре, что подтверждает её актуальность. Для глубокого понимания этой взаимосвязи были рассмотрены следующие аспекты:

**Исторический обзор развития цифровой культуры.** Для понимания взаимодействия текущих тенденций технологий и общества были изучены истоки развития цифровой культуры. Мануэль Кастельс (Manuel Castells) разработавший концепцию «Сетевого общества», раскрыл новое понимание динамики глобализации и технологических изменений в обществе. Его исследования обширны и имеют огромное влияние на множество дисциплин. Жан Бодрийяр (Jean Baudrillard) в своих работах по гиперреальности и симуляциям дал новое понимание отношений между реальностью, символами и обществом в эпоху цифровых технологий. Лев Манович (Lev Manovich) в «Языке новых медиа» исследовал принципы и формы цифрового культурного производства, а также описал технологии трансформации визуальных медиа. Юваль Ной Харари (Yuval' Noy Kharari) в своих проницательных работах высказывал предположение о влиянии технологии на будущее человеческой эволюции, экономику и социальную структуру. Донна Харауэй (Donna Haraway) в «Манифесте киборга» размышляла о слиянии человека и машины, предоставляя новый взгляд на гендер, идентичность и технологии. Николас Негропonte (Nicholas Negroponte), выдвинувший идею перехода от атомов к битам, стал двигателем инноваций и исследований в Медиа-лаборатории в Массачусетском технологическом институте (MIT Media Lab). Пьер Леви (Pierre Lévy) рассматривал цифровые технологии как инструменты коллективной интеллектуальной деятельности, прогнозируя новую эру

общественного взаимодействия и обучения. Шерри Тёркл (Sherry Turkle) проанализировала влияние цифровых технологий на личные и социальные отношения, особенно в контексте эмоциональных связей. Елькина Е.Е. всесторонне рассмотрела влияние социальных медиа на поведение молодежи, выявляя новые формы общения и социализации. Гир Ч (Gere Ch) сосредоточил свое внимание на пересечении цифрового искусства и технологии, исследуя, как цифровые инструменты расширяют границы творчества.

**Интеграция цифровых технологий в архитектурные проекты** – для понимания влияния компьютерных технологий, были изучены труды авторов, чьи исследования напрямую повлияли на современное архитектурное проектирование:

Чарльз М. Истман (Charles M. Eastman), разработал методологии автоматизированного проектирования, обеспечивая платформу для интеграции цифровых инструментов в архитектурный процесс.

Патрик Шумахер (Patrik Schumacher), являясь одним из главных теоретиков и практиков, поддерживает и применяет параметрический дизайн, позволяя создавать сложные и адаптивные архитектурные формы с помощью алгоритмов.

Кас Остерхёйс (Kas Oosterhuis) исследовал «живую» архитектуру, создавая динамичные здания, которые могут реагировать на окружающую среду с помощью встроенных цифровых систем, и акцентировал внимание на применении цифровых технологий для создания динамичных, адаптируемых зданий. В своей знаковой публикации «Hyperbodies: Towards an E-motive Architecture» он представляет концепцию «e-motive architecture», обозначая архитектурные объекты, способные адаптироваться и реагировать на различные внешние стимулы, создавая тем самым интерактивное и «живое» архитектурное пространство.

Марк Берри (Mark Burry) продвигает исследования в области цифровой фабрикации, позволяя архитекторам проектировать здания, которые затем можно быстро и точно воплотить в реальности. Он утверждает, что современные цифровые инструменты позволяют архитекторам переосмыслить сложные геометрические структуры и реализовать их в физической реальности. Он активно применял этот подход в работе над проектом Саграда Фамилия (Sagrada Familia), где использовалось 3D-моделирование для интерпретации и реализации идей Антони Гауди.

Марио Карпо (Mario Carpo) обсуждает переход от ручного к компьютерному проектированию, анализируя, как цифровые технологии меняют саму суть архитектурного процесса.

Грег Лин (Greg Lynn) применял инструменты компьютерного моделирования для разработки нелинейных и органических форм в архитектуре. Архитектор подчеркивает значение «плавных» и «непрерывных» форм в современной архитектуре, достигаемых с помощью цифрового моделирования, в отличие от традиционных «резких» и «ломаных» форм прошлых эпох. Он утверждает, что цифровые инструменты не просто

расширяют возможности архитектурного дизайна, но и предоставляют новые способы восприятия формы, пространства и материала.

Ахим Менгес (Achim Menges) разработал методы для интеграции материаловедения в дигитальное проектирование, создавая адаптивные и устойчивые архитектурные решения. Учённый рассматривает, как компьютеры и цифровые технологии могут работать с природными материалами и биологическими правилами. По его мнению, такой коллаборативный подход помогает создавать здания, которые хорошо вписываются в окружающую среду.

Сина Мостафави (Sina Mostafavi) исследует применение искусственного интеллекта в архитектурном проектировании, автоматизируя и оптимизируя процесс создания.

Л. Н. Авдоткин совершил прорыв, предложив первый в своем роде учебник, который освещает использование компьютерных технологий в архитектурном и градостроительном проектировании. Он обобщает, систематизирует знания и опыт применения ЭВМ, ранее разрозненно присутствовавших в практике ведущих проектных организаций, тем самым подчеркивая трансформацию традиционных методов проектирования под влиянием вычислительной техники.

**Вопросы изучения феномена цифровой культуры как фактора социально-культурного роста**, в контексте цифровизации и развития искусственного интеллекта в архитектурном формообразовании рассматривались в трудах таких авторов, как Эвалльё В.Д., Алтунян А.О., Барчугова Е.В., Бензе М., Браславский П. И., Веснин А.А., Вильковский М., Воличенко О.В., Воронина Т. П., Гаврилов А. А., Галанин Р., Данилов Д.С., Дедовец Р.В., Демидова М.А., Дженкс Ч., Добрицына И.А., Емельянова О.И., Иванов В.Ф., Иванова А.С., Игумнова А.С., Исабаев Г.А., Исходжанова Г.Р., Кавтарадзе С., , Калинина Е.Е., Кальницкая Е., Кобзева И.А., Колодий В.В., Кондратьев Е.А., Корсунцев И. Г., Крылов Д.А., Арбель О., Лурье Д. А., Лучкова В.И., Меерович М.Г., Мокшанцева О.А., Надыршин Н.М., Носов Н. А., Орзунова О.Э., Поморов С.Б., Репкин Д., Рочегова Н.А., Рябова О.В., Савельева Л.В., Самойлов К. И., Сапрыкина Н.А., Сомов Г.Ю., Степанов А.В., Стерликова А.И., Талапов В.В., Таратута Е. Е., Тахиров Б. Н., Абдрасилова Г.С., Трамбовецкий В., Хуторной С. Н., Черниченко Е.А., Агкатидис Аст. (Agkathidis Ast.), Айелло С. (Aiello S.), Андадари С. Три (Andadari S. Tri), Ангуло А. (Angulo A.), Аскотт Р. (Ascott R.), Байтенов Е. (Baitenov E.), Бхушан С. (Bhooshan S.), Карлос Л. Маркос (Carlos L. Marcos), Шайо С. (Chaillou S.), Мокеева О.Д. (Мокеева О.Д.), Даниэла Б. (Daniela B.), Даффи А.Х.Б. (Duffy Alex H.B.), Ефанова Т.А. (Efanova T.A.), Энгельбарт Д. (Engelbart D.), Есаулов Г.В. (Esaulov G.V.), Файст С.Т. (Feist S.T.), Гарсия М. (Garcia M.), Геро Дж.С. (Gero J.S.), Хансмайер М. (Hansmeyer M.), Хаува О.Й. (Hauwa O.Y.), Ивамото Ли (Iwamoto Li), Грисалена Ар. Джон (Grisaleña Ar. Jon), Кайянг В. (Kaiyang W.), Книш В.И. (Knish V.I.), Коларевич Б. (Kolarevic B.), Терзидис К. (Terzidis Ko.), Кравчик Р. Дж. (Krawczyk R. J.), Ли Дж. (Lee J.) 116, Малахов С.А. (Malakhov S.A.), Мавер Т. (Maver T.), Михайлов С.М. (Mikhailov S.M.), Морель

П. (Morel P.), Муссави Ф. (Moussavi F.), Лич Н. (Leach Ne.), Милграм П. (Milgram P.), Райна А. (Raina A.), Рамило Ру (Ramilo Ru.), Руссу М. (Roussou M.), Стесел С. (Stsesel S.), Ухрик М. (Uhrík M.), Вернер Лисс К. (Werner Liss C.), Волынский В.Э., Новикова А.Н., Лапшина Е.Г., Салех М.С., Асанович А., Прохоров С.А. 136, Мамедов С.Э. а также в работах других авторов.

**Для анализа текущего состояния и перспектив цифровых технологий в Казахстане** информационные порталы в Интернете предоставляют наиболее объективную картину.

Исходя из изученного материала по теме диссертации, можно увидеть, что развитие цифровизации и её влияние на процесс формообразования в архитектуре были предметом многих исследований. Однако взаимодействие цифровых технологий с более широкими аспектами цифровой культуры, включая открытость, коллаборативность и сетевое взаимодействие, требует дальнейшего изучения. Кроме того, вопрос о том, как архитектура может адаптироваться к меняющимся потребностям и ожиданиям цифрового общества и как цифровые технологии могут способствовать устойчивости в архитектуре наряду с обратной стороной проблемы - зависимостью архитектуры от современных технологий - тоже остается открытым для дальнейшего исследования.

**Научная новизна.** Разработаны модели взаимодействия цифровой культуры и архитектурного формообразования, включая социально-культурные аспекты цифровизации в архитектуре, для изучения влияния цифровых технологий на архитектурное формообразование, где модели сочетают в себе теоретические и практические подходы для анализа современных архитектурных проектов.

**Достоверность научных результатов** исследования подтверждается количественным и качественным анализом собранного материала, исследованием различных цифровых источников, научно-теоретической систематизацией полученных данных, графической презентацией.

**Методологической основой исследования** является:

- сравнительный анализ исторических и современных примеров архитектуры, в которых выявляется влияние цифровой культуры;
- синтез теорий эволюции архитектурного формообразования и контекста цифровой культуры;
- анализ существующих подходов к влиянию цифровых технологий на архитектурное формообразование;
- количественный и качественный анализ данных об использовании цифровых технологий в архитектуре;
- использование прикладных методов, в частности, углубленного социопроса архитекторов, теоретиков, исследователей цифровизации, а также экспертов, использующих цифровые инструменты в своей работе;
- осмысление того, как цифровая культура меняет подходы к архитектурному формообразованию и как это может повлиять на будущее архитектуры.

Методология исследования в данной работе представляет собой сочетание нескольких подходов. Сначала проводится теоретический анализ конкретных примеров архитектурных проектов, где применяются элементы цифровой культуры, чтобы проиллюстрировать теоретические идеи и дать углубленное понимание вопроса. Затем используется междисциплинарный подход, который учитывает методологию из различных областей знаний, включая информационные и коммуникационные технологии, архитектуру и алгоритмическое проектирование, что помогает выявить качественное содержание цифровых источников. Наконец, проводится критический анализ существующих идей, подходов и тенденций в области цифровой культуры и архитектурного формообразования, чтобы предложить новые перспективы и подходы в этой области.

**Гипотеза исследования** заключается в том, что цифровая культура оказывает значительное влияние на процесс архитектурного формообразования, приводя к дальнейшей его эволюции, при этом не исключая традиционные подходы и методы, что стимулирует создание новых архитектурных форм и структур. Последнее может быть спрогнозировано через детальное изучение современных архитектурных тенденций, а также через разработку новых теоретических моделей, основанных на принципах цифровой культуры.

**Теоретическая значимость** состоит в развитии новых теоретических моделей взаимодействия цифровой культуры и архитектуры, предоставляющих дальнейшие перспективы для архитектурной науки в рамках цифровизации.

**Практическая значимость диссертации.** Предложенные новые методы и подходы в области архитектурного формообразования, учитывающие влияние цифровой культуры, позволяют улучшить качество архитектурного проектирования; результатами исследования являются методы и подходы к интерпретации современных тенденций в архитектуре, связанные с цифровой культурой; которые предоставляют преподавателям и обучающимся развернутое понимание влияния цифровой культуры на архитектуру; способствуют углублению понимания исследователями социальных и культурных аспектах, а также взаимосвязи между цифровой культурой и архитектурным формообразованием. Все это должно привести к созданию архитектуры, которая в большей мере будет отвечать нуждам и ценностям современного информационного общества.

**Положения, результаты, выносимые на защиту:**

- влияние цифровых технологий на эволюцию архитектурного формообразования;
- роль цифровой культуры в современных методах архитектурного проектирования;
- мировые тенденции взаимодействия цифровой культуры и архитектуры;
- вклад цифровых технологий в формирование архитектурного формообразования;

- перспективы влияния цифровой культуры на создания инновационной архитектуры Казахстана.

**Объем и структура исследования:** диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников – 318 наименований и 6 приложений. Общий объем диссертации 192 страницы, основой текст 146 страниц.

**Ключевые слова:** цифровая культура, цифровая архитектура, цифровые технологии в архитектуре, искусственный интеллект, BIM технология, междисциплинарный подход, цифровое формообразование, цифровая архитектура Казахстана.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертации опубликованы в статьях "Interaction of Architecture with the Culture of Digital Civilization", "Virtual Reconstruction of Historical Architectural Monuments: Methods and Technologies" и других изданиях. Представлены на международной конференции "Problems of formation of a comfortable object-spatial environment of cities. Issues of architecture, construction, design" (Прага, 2022г.). Некоторые положения работы внедрены в учебный процесс, в частности, по дисциплине "Профессиональные программы III".

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первом разделе** диссертации дается понятие цифровой культуры, рассматривается ее влияние на архитектурное формообразование. Описываются основные характеристики цифровой культуры, такие как исторические предпосылки и использование компьютерных технологий, интернета, социальных сетей и т.д. Анализируется, как эти технологии влияют на процесс проектирования и создание архитектурных объектов, а также на восприятие и оценку этих объектов со стороны общества.

### **Выводы по первому разделу**

1. Проанализирована эволюция влияния технологии проектирования на создание архитектурного образа в исторической перспективе. На временной шкале отчетливо виден переход от простейших инструментов к современному программному обеспечению и его влияние на архитектурное формотворчество. Таким образом, каждый этап технологического прогресса влиял на архитектурные формы, в этом отражались, помимо прочих, технологические изменения эпохи.

2. Определено понятие «цифровой культуры» в контексте архитектурного формообразования. Предпосылки цифровой культуры в архитектуре были прослежены, начиная от времен Пифагора до современности. Обозначены ключевые моменты начала использования компьютерных технологий в архитектуре, рождение и развитие систем автоматизированного проектирования (CAD). В этом контексте история развития цифровой культуры в архитектуре показывает, как технологический



прогресс влияет на эту область и как архитектура в свою очередь влияет на развитие технологий.

3. Проанализированы предпосылки и факторы, способствовавшие интеграции цифровой культуры в архитектурное формообразование. Отмечены изменения в проектировании в контексте использования цифровой культуры, особенно в аспекте технологических инноваций.

**Во втором разделе** рассматривается «встраивание» цифровой культуры в архитектурное формообразование, факторы и механизмы этого процесса, способствующие созданию устойчивой архитектуры.

#### **Выводы по второму разделу**

1. Исследование выявило ключевые механизмы и факторы, оказывающие влияние на интеграцию цифровых технологий в архитектуру. Особое внимание уделялось социально-экономическим, культурным и технологическим аспектам. Это позволяет понять, как именно развитие технологий, изменения в общественном восприятии и экономические факторы содействуют принятию и адаптации цифровых подходов в архитектуре.

2. Изучив полученные данные, можно утверждать, что теоретические модели, которые были разработаны, эффективно описывают механизмы цифрового формообразования в архитектуре. Эти модели основываются на современных методах, таких как алгоритмическое, параметрическое и генеративное проектирование, и помогают понять, как цифровые инструменты и алгоритмы могут способствовать созданию инновационных архитектурных форм.

3. Исследование показало, что такие факторы как функциональные возможности, методы и процессы в цифровой архитектуре играют ключевую роль в формировании современного архитектурного ландшафта. Параметрическое моделирование, алгоритмическое проектирование и BIM позволяют архитекторам работать более эффективно, создавая проекты на качественно более высоком уровне, что отвечает современным требованиям устойчивости и инновационности.

**В третьем разделе** рассматривается влияние цифровой культуры на архитектурное формообразование, а также анализируются основные тенденции и направления развития данного процесса.

#### **Выводы по третьему разделу**

1. Проведенный развернутый анализ влияния цифровых технологий на современные тенденции в архитектурном формообразовании, включая детальное изучение конкретных примеров зданий, показал, что цифровизация открывает новые горизонты в дизайне и планировании архитектурных пространств. Использование инновационного арсенала 3D-моделирования и виртуальной реальности позволяет создавать более сложные и вместе с тем функциональные формы, что в значительной степени обогащает архитектурный ландшафт.

2. Исходя из проанализированных данных, можно сделать вывод, что систематизированные ключевые направления цифровизации в архитектуре и их влияние на формообразование подчеркивают значимость алгоритмического и генеративного проектирования. Эти подходы способствуют созданию инновационных и функционально обоснованных архитектурных решений, что демонстрируется на примерах современных зданий с уникальной геометрией и функциональной структурой.

3. Исследование показало, что разработанная модель, описывающая взаимодействие цифровой культуры и архитектуры, эффективно иллюстрирует взаимосвязь между технологическими инновациями и эволюцией архитектурных форм. Это демонстрирует то, как интеграция цифровых технологий способствует адаптации и росту архитектурного искусства.

4. Созданная модель, иллюстрирующая влияние цифровых технологий на стилистические и формальные аспекты в архитектуре, демонстрирует переход от традиционных методов к новаторским технологическим подходам. Она отражает, каким образом инновации в области искусственного интеллекта и машинного обучения приводят к появлению новых архитектурных стилей и форм, обогащая архитектурный ландшафт и предлагая новые возможности для экспериментов.

5. На основе исследования проблем и негативных последствий применения цифровых технологий в архитектуре выявлены важные аспекты, связанные с устойчивостью, этикой и доступностью технологий. Это подчеркивает необходимость баланса между инновациями и сохранением традиционных архитектурных ценностей, а также акцентирует внимание на потенциальных рисках и сложностях, с которыми может столкнуться архитектурная сфера.

**В четвертом разделе** рассматриваются возможности BIM и VR-технологий, с помощью которых в виртуальном цифровом киберпространстве создаются экспериментальные проекты, что так или иначе влияет на эстетическое мировоззрение архитекторов и на сам процесс проектирования в целом. Одно из главных достижений — это возможность предвидеть результаты в процессе генерации архитектурной формы. Поскольку методы алгоритмирования и параметристики в архитектурном формообразовании являются основными в генерации формы, то именно они становятся факторами появления новых эстетических свойств.

#### **Выводы по четвертому разделу**

1. Выявлена актуальность и важность применения компьютерных программ в архитектурном проектировании, в том числе для создания сложных архитектурных форм. Современные программы, такие как Autodesk Revit, Rhino и SketchUp, позволяют архитекторам экспериментировать с нестандартными формами и структурами, открывая новые горизонты в архитектурном дизайне.

2. На базе анализа собранных данных можно констатировать, что систематизированные основные направления цифровизации в архитектуре и

их влияние на процесс формообразования, обогащают практику проектирования новыми методами и техниками. Особое внимание уделено алгоритмическому и генеративному дизайну, которые позволяют создавать инновационные и функциональные архитектурные объекты.

3. Разработанная концепция программного продукта для архитекторов отражает требования и потребности современной архитектурной практики. Этот программный продукт предлагает инструменты для оптимизации проектирования, управления проектами и взаимодействия с заказчиками, что способствует повышению эффективности и качества архитектурных проектов.

4. Исследование показало, что разработанная модель, описывающая проблематику внедрения BIM-технологии в индустрии, подчеркивает как её возможности, так и вызовы. BIM-технология обеспечивает улучшенное сотрудничество между участниками проекта, но в то же время представляет собой вызовы в виде необходимости обучения и адаптации рабочих процессов.

5. Созданная модель, демонстрирующая области применения VR-технологий в архитектурном проектировании, раскрывает их роль в улучшении процессов разработки и визуализации. VR-технологии позволяют архитекторам и клиентам глубже понимать и оценивать архитектурные проекты, предоставляя иммерсивный опыт взаимодействия с виртуальным пространством.

6. На основе предоставленной информации разработанная модель выявляет ключевые трудности и ограничения, связанные с использованием технологий виртуальной реальности (VR). Эти сложности включают в себя необходимость значительных инвестиций и ресурсов для разработки и реализации проектов в области VR. Кроме того, выявлены потенциальные проблемы, связанные с пользовательским интерфейсом и восприятием виртуальной среды, что может затруднить эффективное использование этих технологий.

7. Проведенные соцопросы среди архитекторов-практиков и эксперименты с использованием программы Autodesk Revit для исследования формообразования (включая работу со студентами на примере объектов, таких как Хан-Шатыр и ЭКСПО-2017), демонстрируют практическое применение теоретических знаний в области архитектуры. Эти эксперименты показали, как цифровые технологии могут быть интегрированы в практику и в учебный процесс, обеспечивая создание новых архитектурных форм, а студентам ценный опыт работы с современными архитектурными инструментами. Результаты этих экспериментов также зафиксированы в акте (рисунок Е.1, Приложение Е).

**В пятом разделе** рассмотрены возможности новых цифровых подходов в проектировании, что порождает новые стилевые направления. В этом отношении крайне важны перспективы искусственного интеллекта и особенности его внедрения в архитектуру на всех уровнях. Вызовы этого порядка, в то же время и таящаяся опасность негативных, в том числе и в архитектуре, предполагает необходимость поиска гибких решений, что и

является вектором развития архитектуры в новых условиях. Исследования в этой области неизбежно приводят к синтезу "культуры" и "технологии", как симбиозу, способному дать новые ценностные ориентиры. Особую актуальность это приобретает в условиях современного Казахстана.

#### **Выводы по пятому разделу**

1. Создана модель возможностей Индустрии 4.0 в архитектуре, которая подчеркивает их значительный вклад в цифровизацию и оптимизацию строительной отрасли. Эта модель иллюстрирует как новые технологии, такие как Интернет вещей и умные строительные материалы, способствуют улучшению эффективности строительных процессов и управления проектами.

2. Основываясь на результатах анализа, становится ясно, что разработанная упрощенная схема работы генеративно-состязательной сети иллюстрирует ее потенциал в архитектурном проектировании. Эта схема демонстрирует, как использование искусственного интеллекта может способствовать созданию инновационных архитектурных форм и структур.

3. Исследование показало, что проведенные эксперименты по созданию архитектурных форм и планировок с использованием нейросетей демонстрируют их возможности в создании дизайна. Эти эксперименты позволяют увидеть, как нейросети могут быть использованы для генерации и оптимизации архитектурных решений.

4. Разработанная модель, описывающая проблемы и вызовы, связанные с использованием нейросетей в архитектурном проектировании, подчеркивает необходимость взвешенного подхода к интеграции этой технологии. Основные трудности включают сложности в интерпретации результатов, высокие затраты на оборудование и программное обеспечение, а также потенциальную угрозу сокращения рабочих мест в отрасли.

5. На основе вышеизложенного можно сказать, что проведенный анализ развития цифровой культуры в архитектуре Казахстана выявил ключевые аспекты и направления. Исследование подчеркивает важность интеграции новых технологий для создания устойчивой и инновационной архитектуры, удовлетворяющей современные потребности и стандарты.

6. Созданная модель влияния цифровых технологий на архитектуру Казахстана в будущем представляет интегральный подход в оценке их эффекта. Модель подчеркивает, как цифровизация может способствовать созданию более умных, устойчивых и функциональных архитектурных решений, отвечающих потребностям будущего в разных регионах Казахстана.

7. Модель «Будущая архитектура Казахстана» раскрывает направления интеграции передовых технологий в архитектурное проектирование с учетом природно-климатических, социально-экономических и культурно-исторических особенностей в регионах Казахстана.

Полученные результаты могут способствовать продвижению и развитию цифровой архитектуры. Они также помогут архитекторам-практикам, преподавателям и студентам адаптироваться к меняющимся цифровым методам, что позволит создавать новые, инновационные формы и пространства, в том числе и в архитектуре Казахстана.

## **Заключение**

В ходе изучения феномена цифровой культуры в архитектурном формообразовании получены следующие результаты:

1. Установлены причины и факторы, которые позволили цифровой культуре интегрироваться в архитектурное формообразование, начиная с античности до современности. Эти изменения обусловили новые подходы к проектированию, материалам и взаимодействию с окружением. Каждый этап технологического прогресса приводил к изменениям архитектурных форм, начиная от простейших инструментов и до современных систем автоматизированного проектирования (CAD), что существенно влияет на создание архитектурных образов. Это позволяет более точно понимать историческую динамику развития архитектурных технологий и их влияние на формообразование.

2. Выявлены ключевые элементы и аспекты цифровой культуры, играющие важную роль в современном архитектурном проектировании. На основе анализа влияния цифровых технологий на создание архитектурных форм разработана модель, демонстрирующая их воздействие на процесс проектирования. Модель охватывает алгоритмическое, параметрическое и генеративное проектирование, а также включает технологии, такие как искусственный интеллект, виртуальная реальность, BIM, IoT и аддитивные технологии, которые способствуют созданию инновационных и функционально обоснованных архитектурных решений.

3. Механизмы и факторы, способствующие интеграции цифровых технологий в архитектуру, включают социально-экономические, культурные и технологические аспекты, которые охватывают изменения в общественном восприятии технологий, экономические факторы, влияющие на их доступность, и культурные тенденции, способствующие принятию новых методов работы. Развернутый интернет-опрос среди исследователей и пользователей архитектурных программ показал, что влияние цифровой культуры на архитектурное формообразование требует критического подхода к интеграции цифровых технологий и подчеркивает важность искусственного интеллекта, алгоритмического и генеративного проектирования. Важно сохранять баланс между технологиями и традиционными архитектурными ценностями для обеспечения социальной устойчивости.

4. Проведенные практические эксперименты с использованием программ Revit и 3DS Max для архитектурного формообразования на примере известных зданий, таких как Хан-Шатыр и ЭКСПО-2017, продемонстрировали высокую эффективность в изучении и проектировании цифровых формообразований, позволяя более точно и эффективно моделировать сложные архитектурные формы. На основе этих результатов рекомендуется включать различные методы цифрового моделирования в обязательную учебную программу архитектурных факультетов для предоставления студентам практического опыта работы с передовыми инструментами проектирования. Для улучшения использования цифровых технологий в архитектурном формообразовании, включая искусственный

интеллект, виртуальную реальность, Индустрию 4.0, Интернет вещей (IoT), аддитивные технологии, «умные» строительные материалы и нейросети, рекомендуется более активное их внедрение. Однако следует учитывать, что цифровизация создает новые вызовы, связанные с высокими затратами, трудностями в интерпретации результатов и потенциальными угрозами для рабочих мест в отрасли, что требует отдельного внимания в исследованиях.

5. Систематизированы современные тенденции цифрового формообразования и разработана модель влияния инновационных цифровых технологий на формирование будущей архитектуры Казахстана, учитывающая региональные особенности. Государственная программа «Цифровой Казахстан» в области архитектуры должна развиваться с учетом всех вышеизложенных факторов и динамики их развития. Важно учитывать как общемировые проблемы (экология, энергоэффективность и энергосбережение), так и региональные особенности. В этом контексте цифровая культура сможет всесторонне способствовать развитию будущей архитектуры Казахстана.

#### **Список публикаций**

1 Nabiyev A.S, Baitenov E.M., Pomorov S.B. Interaction of Architecture with the Culture of Digital Civilization // Civil Engineering and Architecture 10 (7): 3198-3205, 2022 <https://doi.10.13189/cea.2022.100731>

2 Nabiev A.S. The phenomenon of digital architecture: problems and prospects // Innovaciencia, Volume 10, Issue 1, December 2022. -P.1-14. ISSN 2346-075X (Web of Science). <https://doi.org/10.15649/2346075X.2967>

3 Набиев А.С., Поморов С.Б. Актуальность культурной конвергенции в архитектурном формообразовании в аспекте цифровизации // Научный журнал «Вестник КазГАСА». – 2023. – № 2 (88). — С. 66-74.

4 Набиев А.С. Софткультура в архитектуре: нововведение и их функциональная совместимость // Научный журнал «Вестник КазГАСА». – 2022. – № 3 (85). – С. 63-73.

5 Набиев А.С., Поморов С.Б. Ретроспектива и противоречия создания архитектурных проектов в контексте цифровизации // Научный журнал «Вестник КазГАСА». – 2021. – № 4 (82). – С. 63-73.

6 Набиев А.С. К проблеме влияния цифровой культуры на архитектурное формообразование // Современные тренды в архитектуре и строительстве: энергоэффективность, энергосбережение, BIM-технологии, проблемы городской среды: сб.мат. Междунар. научно-практ. конф. – Алматы: МОК, 2019. – С.248-251.

7 Nabiev A.S., Nurkusheva L.T., Suleimenova K.K., Sadvokasova G.K., Imanbaeva Z.A. Virtual Reconstruction of Historical Architectural Monuments: Methods and Technologies. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), Volume 8, Issue 10, August 2019. -P. 3880-3887 ISSN 2278-3075